

УДК 667.64:678.026

О. Голотенко*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя***ФОРМУВАННЯ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ НА ОСНОВІ
ЕПОКСИДНИХ СМОЛ**

Проаналізовано вплив модифікаторів та твердників на процеси формування полімерної матриці. Встановлено, що при формуванні полімерної матриці важливе значення має природа і кількість твердника, а також етерифікація в'язучого. Експериментально встановлено, що ступінчастий режим термічної обробки та вибір режиму охолодження дозволяють підвищити адгезійно-міцнісні та фізико-механічні властивості полімерної матриці.

O. Golotenko**FORMATION OF POLYMER MATRIX ON THE BASIS
OF COMPOSIT PITCHES**

Influence of modifiers and hardening agents on formation properties of polymer matrix is analyzed. It is established, that at formation of polymer matrix the great value has the nature and number of hardening agents, and also etherification of binding agent. Experimentally it is established that step mode of polymerization and choice of a mode of cooling allow to raise adhesive strength and physic mechanical properties of polymer matrix.

Вступ. Захисні властивості полімеркомпозиційних покриттів тісно пов'язані з адгезійно-міцнісними та фізико-механічними властивостями полімерної матриці. Найбільш перспективними, враховуючи умови полімеризації, адгезійні і міцнісні властивості, технологічність процесу нанесення на довговимірні складні поверхні, є полімеркомпозиційні покриття на основі епоксидних смол [1].

Відомо [2, 3], що використання епоксидної смоли ЕД-20 у якості полімерного в'язучого для формування захисних покриттів не забезпечує достатньої адгезійної міцності при зростанні внутрішніх напружень і збільшенні об'ємної усадки у порівнянні з ЕД-16. Однак використання ЕД-16 ускладнює технологічний процес нанесення покриття, що зумовлено її високою в'язкістю. Також відомо [4], що, керуючи технологічними процесами, у тому числі і режимами термічної обробки, можна покращити експлуатаційні характеристики композитних матеріалів.

Метою роботи є дослідження впливу модифікаторів та твердників на процеси формування полімерної матриці на основі епоксидних смол при ступінчастій термічній обробці.

Методика досліджень. Дослідження адгезійних властивостей полімерної матриці проводили за методикою, в основу якої покладено вимірювання опору відриву і зсуву клеєвих з'єднань площею 1 см² сталених зразків, виготовлених у вигляді грибків і пластин із Сталі 45 на модернізованій розривній машині ДМ – 30М при швидкості навантаження 5 мм/хв.

З метою підвищення адгезійних характеристик полімерної матриці епоксидну смолу ЕД-20 (100 мас.ч.) сумішали з епоксидною смолою ЕД-16 (у межах від 10 до 70 мас.ч.) і модифікували аліфатичною смолою ДЕГ-1 у кількості 10...30 мас.ч. на 100 мас.ч. ЕД-20. Для забезпечення модифікуючого ефекту попередньо, до введення твердника, проводили суміщення вказаних компонентів при 413...450 К протягом двох годин, що забезпечувало утворення однорідної суміші, котру використовували як зв'язувач.

Обговорення результатів. Встановлено [4], що адгезійно-міцнісні та фізико-механічні властивості полімерної матриці на основі епоксидної смоли ЕД-20

максимальні при наступному співвідношенні компонентів: ЕД-20 – 100 мас.ч., ДЕГ-1 – 20 мас.ч., ПЕПА – 14 мас.ч. У результаті аналізу проведених досліджень адгезійних властивостей встановлено, що максимальне значення адгезійної міцності при відриві (σ_B) і зсуві (σ_3) модифікованої ЕД-20 і полімеризованої поліетиленполіаміном (ПЕПА) спостерігається при введенні 40 мас.ч. ЕД-16 і 20 мас.ч. ДЕГ-1 на 100 мас.ч. ЕД-20 і становить $\sigma_B = 64$ та $\sigma_3 = 33$ МПа (рис.1). Подальше збільшення концентрації ЕД-16 і ДЕГ-1 погіршує фізико-механічні та технологічні властивості і при вмісті 70 мас.ч. ЕД-16 адгезійна міцність при відриві становить $\sigma_B = 60,1$ МПа, а при зсуві $\sigma_3 = 24,4$ МПа, що пов'язано з надлишковою кількістю реакційноздатних груп модифікатора, що не брали участі у формуванні просторової структурної сітки.

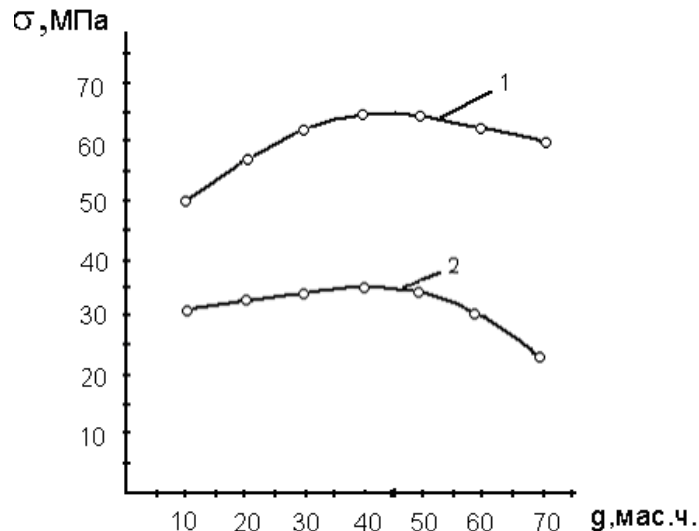


Рисунок 1 – Вплив кількості ЕД-16 на адгезійну міцність при відриві (1) і зсуві (2) полімерної матриці наступного складу: ЕД-20 – 100 мас.ч., ДЕГ-1 – 20 мас.ч., ПЕПА – 14 мас.ч.

Результати раніше проведених досліджень [5] дозволяють стверджувати, що час і температура полімеризації значно впливають на адгезійноміцнісні характеристики полімерної матриці. Тому при наступному етапі досліджень визначали вплив часу і температури тверднення на адгезійноміцнісні властивості полімерної матриці, а також досліджували ступінчастий термічний режим полімеризації. Згідно з розробленою методикою, склеєні зразки підлягали технологічній витримці при температурі 293 К протягом двох годин. Після цього термічну обробку проводили при нагріванні зразків зі швидкістю 2 град./хв. до температури 353 К з подальшою витримкою при цій температурі протягом 2,5 годин. На кінцевому етапі температуру підвищували до 423 К і витримували зразки ще 3 години, що дозволяло створити сприятливі умови для конформаційного перетворення на початковій стадії реакції і прискорити структуроутворення полімеру на проміжному і завершальному етапах формування композиту. На рис.2 представлені результати залежності адгезійної міцності від температури термічної обробки.

Проведеними дослідженнями встановлено, що максимальні значення спостерігаються при температурі обробки 423 К. Підвищення температури, після технологічної витримки, до 353 К суттєво не впливає на підвищення адгезійної міцності та фізико-механічні властивості, а збільшення температури від 423 до 453 К викликає зниження адгезійної міцності та ударної в'язкості, що пов'язано з підвищенням крихкості за рахунок високих залишкових напружень (табл.1).

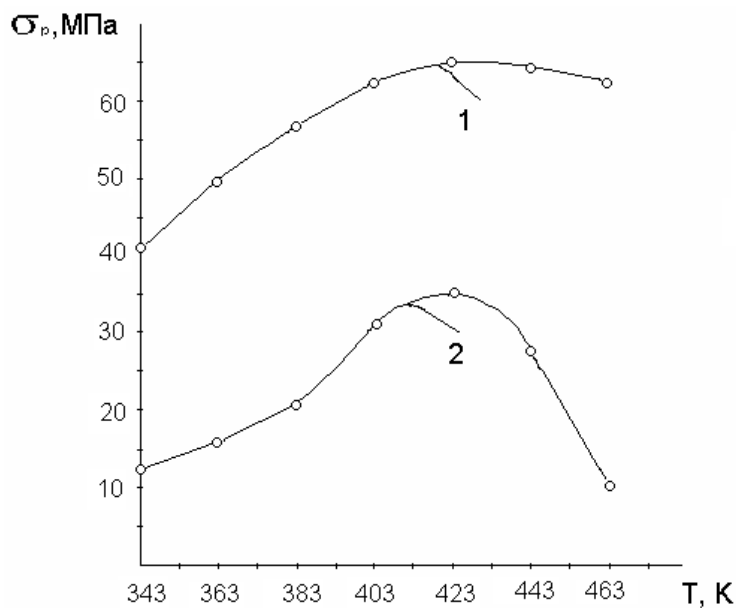


Рисунок 2 – Залежність адгезійної міцності полімерної матриці складу: ЕД-20 – 100 мас.ч., ЕД-16 – 40 мас.ч., ДЕГ-1 – 20 мас.ч., ПЕПА – 14 мас.ч. від температури термічної обробки: 1 – при відриві; 2 – при зсуві.

Таблиця 1 – Вплив температури термічної обробки на фізико-механічні властивості полімерної матриці

Температура термічної обробки, К	Руйнівне напруження при стиску, МПа	Руйнівне напруження при згині, МПа	Ударна в'язкість, кДж/м ²
353	115	70	23
393	110	90	20
423	135	95	14
453	95	60	7

За результатами досліджень адгезійно-міцнісних характеристик встановлено, що час і температура полімеризації суттєво впливають на властивості полімерної матриці (рис.3, рис.4).

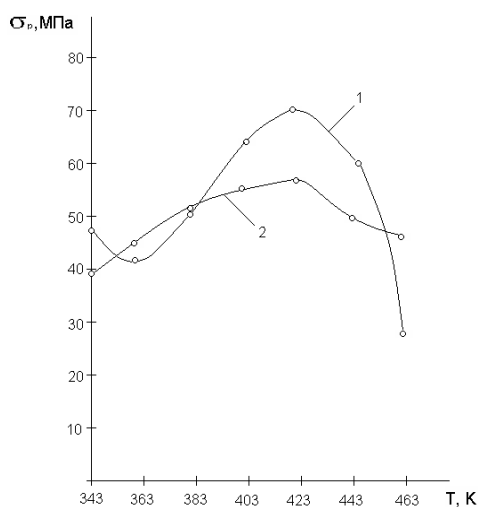


Рисунок 3 – Залежність адгезійної міцності полімерної матриці складу: ЕД-20 – 100 мас.ч., ЕД-16 – 40 мас.ч., ДЕГ-1 – 20 мас.ч., ПЕПА – 14 мас.ч. при розтягу від температури полімеризації: 1 – повільне охолодження (1°C/хв); 2 – швидке охолодження (5°C/хв).

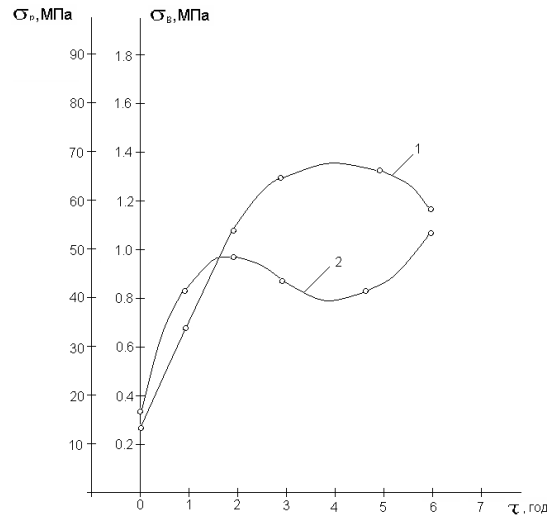


Рисунок 4 – Залежність адгезійної міцності полімерної матриці складу: ЕД-20 – 100 мас.ч., ЕД-16 – 40 мас.ч., ДЕГ-1 – 20 мас.ч., ПЕПА – 14 мас.ч. при відриві (1), і внутрішніх напружень (2) від часу термічної обробки.

Крім того, встановлено, що на властивості полімерної матриці впливає і режим її охолодження. Отримані результати свідчать, що після термообробки і повільного охолодження адгезійна міцність становить $\sigma = 72$ МПа, а при різкому знижується до $\sigma = 56$ МПа, що пояснюється зміною структури полімеру [6]. На фізико-механічні та експлуатаційні властивості полімерної матриці також впливає природа твердника. Проведені дослідження (табл.2) показали, що кращими фізико-механічними властивостями володіють композиції, полімеризовані кремнійорганічними твердниками та ізометилтетрагідрофталевим ангідридом.

Таблиця 2 – Властивості епоксидно-діанової композиції, полімеризованої різними твердниками

Твердник	Руйнівне напруження при відриві, МПа	Модуль пружності при розтягу, МПа	Відносне видовження при розриві, %	Руйнівне напруження при зсуві, МПа	Ударна в'язкість, кДж/м ²	Теплостійкість за Мартенсом, К	Відносна зносостійкість *
ПЕПА	64	1470	4.5	33	4.0	350	0.33
КО-810	80.3	1570	3.7	40.6	3.4	391	0.42
ДЕТА	36.4	1210	3.8	27.2	3.1	324	0.23
Ізо-МТГФА	71	1520	4.2	39	3.8	375	0.37

* Відносну зносостійкість в'язучих визначали відносно алюмінію АЛ-7 при куті атаки 60°

Однак їх застосування ускладнює технологічний процес отримання полімеркомпозитів та нанесення покриття, що зумовлено високою температурою полімеризації. Тому для більшості матеріалів доцільно використовувати епоксидну матрицю холодного тверднення з твердником поліетиленполіаміном.

Висновки. Таким чином, у даній роботі проведено дослідження фізико-механічних та адгезійноміцнісних властивостей розробленої полімерної матриці. Встановлено, що для більшості захисних покриттів перспективним є використання полімерної матриці на основі суміші епоксидних смол ЕД-20 і ЕД-16, модифікованих аліфатичною смолою ДЕГ-1 і полімеризованою поліетиленполіаміном, що забезпечує покриттям високі фізико-механічні і адгезійноміцнісні властивості, технологічність нанесення при малих затратах енергоресурсів.

Встановлено, що ступінчастий режим полімеризації (І етап – $T=293K$; $\tau=2$ год; ІІ етап – $T=353K$; $\tau=2,5$ год; ІІІ етап – $T=423K$; $\tau=3$ год;) дозволяє створити сприятливі умови для конформаційного перетворення на початковій стадії формування просторової сітки і прискорити процес структуроутворення на проміжному і заключному етапах полімеризації.

У майбутньому автором планується проведення експериментальних досліджень формування полімерної матриці на основі інших епоксидних смол та епоксикомпаундів.

Література

1. Чернин И.З., Смехов Ф.Н., Жердев Ю.В. Эпоксидные полимеры и композиции. – М.: Химия, 1982.- 232 с.
2. Князев В.К. Эпоксидные конструкционные материалы в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1977.-183 с.
3. Фокин Н.М., Емельянов Ю.В. Защитные покрытия в химической промышленности. - М.: Химия, 1981.-304 с.
4. Кислый П.С., Кальба Е.Н., Дзядыкевич Ю.В., Алексеенко А.А. Полимеркомпозиционные покрытия для защиты деталей нефтяного оборудования // Нефтяное хозяйство.-1983.-№8.-С.50-52.
5. Кардашев Д.А. Эпоксидные клеи.-М.: Химия, 1973.-192 с.
6. Зубов П.И., Сухарева Л.А. Структура и свойства полимерных покрытий. – М.: Химия, 1982. – 156 с.

Одержано 22.02.2007 р.

УДК 620.191.33: 620.193

**Р.Грабовський¹, канд.техн.наук; В.Болонний², канд.техн.наук;
І.Фартушок¹, канд.техн.наук; В.Лужецький¹**

¹ Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

² Івано-Франківський національний технічний університет нафти та газу

ОЦІНКА ГЛИБИНИ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ДЕФЕКТІВ У СТІНКАХ НАФТОПРОВОДІВ

Проведено порівняльну оцінку глибини потенційно небезпечних тріщиноподібних дефектів в залежності від їх початкової форми та місцезнаходження на трасі нафтопроводу. Встановлено, що в порівнянні з дефектами у формі корозійної виразки тріщиноподібні дефекти у формі риски є для нафтопроводу більш небезпечними. Показано, що тріщиноподібні дефекти, виявлені на початкових ділянках між перекачувальними станціями, є найбільш потенційно небезпечні.